

第5章

運営・維持管理体制

第5章 運営・維持管理体制

5.1 発電設備の運営・維持管理体制の現状

3カ所のソム・センターに設置されたパイロット・プラントでは、パイロット・プラントの完成時に技術移転セミナーが実施された。技術移転セミナーでは、ソムのディーゼル発電所の既存の運営組織・体制について下記のような問題点があることが指摘された。

- ・ 日常的な清掃・点検が十分なされておらず、機械が壊れてから修理を考えている
- ・ 維持管理がディーゼル発電所の運転員だけにまかされており、運転員に対する監督・指導が十分に行われていない
- ・ ディーゼル発電所の運転・点検・補修の記録簿さえつけていないソムがある
- ・ 電気のユーザーも発電所の維持管理に無関心である
- ・ ソムの発電所の維持管理に対して、外部から技術・経営面での支援がなかった。

5.2 料金徴収システムの現状

今回のパイロット・プラントの電力供給先は公共施設であるため、ソムの予算の中から料金が支払われている。3ソムの内、定期的な料金徴収が実施されていたのは2ソムである。しかしながら、基本的に中央からの交付金に財政を依存するソムは、中央の支払いが滞りがちな現状にあっては無い袖は振れないという状況におかれている。

アダーツァグでの料金徴収はあらかじめインフラ開発省の指示した料金（冬 100 T g / k W h）で徴収が行われていた。徴収した料金の中からパイロット・プラントの運転員の給料を毎月 1 8 0 0 0 T g 払っており、基本的に赤字が続いている。運転員の作業時間は毎日平均すると2時間くらいであるので払いすぎという見方もできるが、そのほかのことができないという拘束及びパイロット・プラントが正常に運転されるという責任を考えるとむしろ低いくらいであるというのがソムの説明であった。

バヤンオンドルでは2月の調査時点で料金徴収は予定通りには行われていなかった。この理由としてあげているのがまず、病院の収入は国からの補助と社会保険であるがこの両方とも2-3ヶ月も支払いが遅れていること、また今年度分については予算化されていなかったこと、さらには暖房用にポンプを使っているため従来通りの電気料金も支払っているということなどをあげた。今後は重要なことなので合意通りに改めることをソム側は約束した。このことに関する話し合い

は長引き、ソム側にとって、資金の流動性の不足がいかに深刻かということを実感した。また口座に料金をプールすることでその資金を吸い上げられるのではないかという不安を抱いている様子がみられた。

タリアートでは銀行に別口座を設ける形で料金徴収が行われていた。2000年2月29日現在で、Tg118,000-が電気料金として貯まっていた。口座に現金として保管されているとのことである

5.3 パイロット・プラントの維持管理組織に係る提言

上記の現状の問題点の反省に基づいて、下記に記されたようなパイロット・プラントの運営組織・体制のあり方が提言された。その結果、すべてのソムが、技術移転セミナーにおいて提言された運営組織・体制を取る必要性を認め、提言に忠実に従うことを表明した。パイロット・プラントの新しい運営・維持管理体制は図 II. 5. 3-1 の通りである。

- ・一番大切なことは、ソムの住民全員がパイロット・プラントを自分たちの大切な施設であると認識し、自分たちでパイロット・プラントを守っていこうという意識をもつことである。たとえば、子供がふざけてパイロット・プラントに石を投げたりしないように、住民全員にパイロット・プラントの大切さをよく理解してもらえるように、ソム役場が率先して住民や子供達に訴えかける必要がある
- ・パイロット・プラントの日常的維持管理作業のために、電気・機械に詳しい「維持管理担当者」（通常「運転員」が兼任することが多い）をソム役場が任命する
- ・ソム役場の職員（「管理責任者」）が、電気のユーザー（学校、病院）の代表者とともに、「維持管理担当者」の事を定期的に監督・指導する体制を作る。具体的には、「維持管理担当者」は下記の表 II. 5. 3-1 のような「業務日誌」をつけ、それを「管理責任者」が毎日チェックし、月に一度「維持管理担当者」「管理責任者」及び「ユーザー代表者」の3者が集まり、パイロット・プラントの維持管理に問題が生じていないかどうかを協議・検討する月例会議を開催する

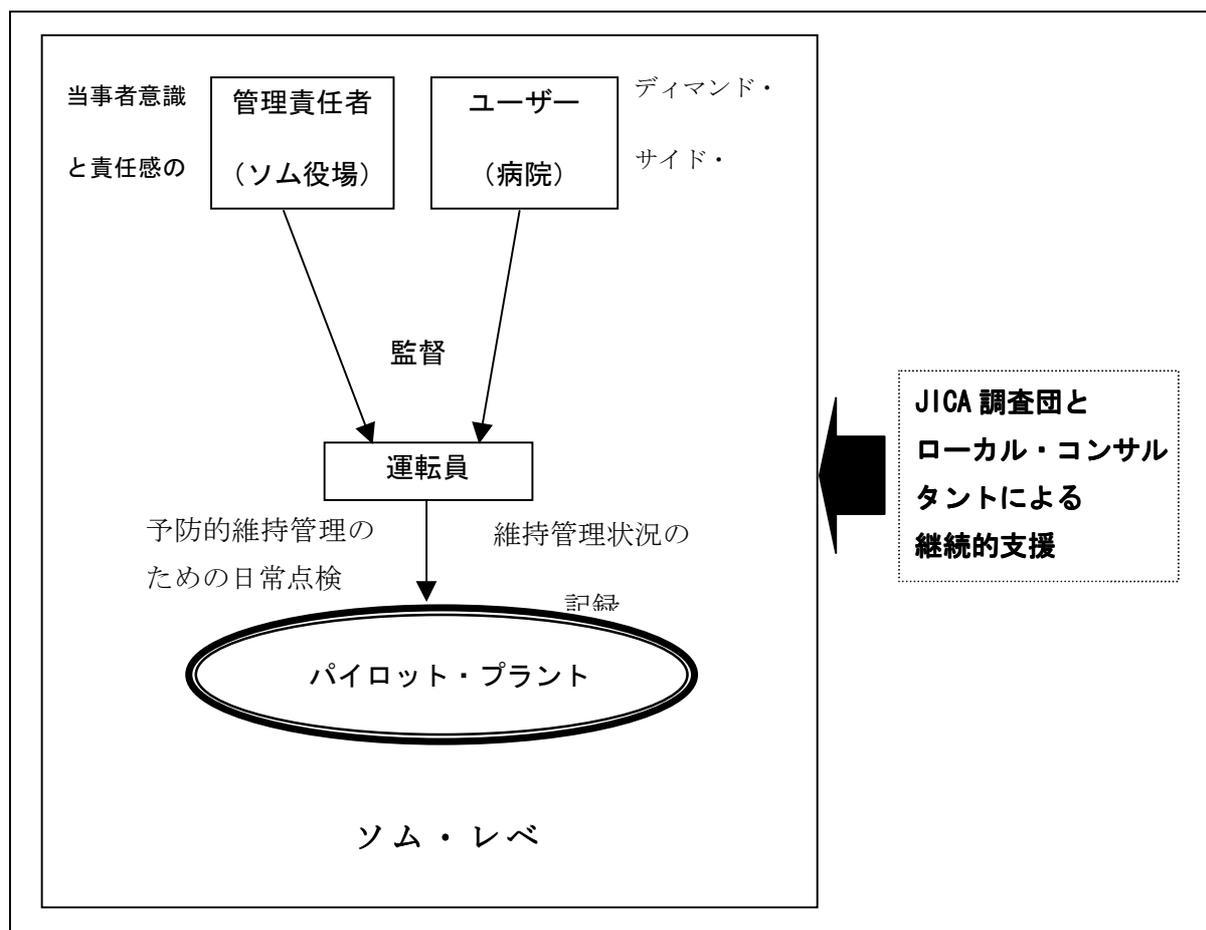


図 11.5.3-1 パイロット・プラントの新しい運営・維持管理体制

1年間の運営の後、パイロット・プラントでは以下のような改善点が見られた。

- ・ ソム役場による当事者意識の向上
- ・ 運転員の監督体制の改善
- ・ 日常点検の実施による予防的維持管理の実施
- ・ 運営・維持管理に関する毎日の記録の記入
- ・ ユーザーによるダイヤモンド・サイド・マネジメントの向上

しかし、重要なことはこのような成果を達成するのに1年がかかったということである。この1年の間にJICA調査団は3ヶ月ごとにパイロット・プラントを訪問し、運営・維持管理状況をモニタリングし、必要に応じてトレーニングとセミナーを実施した。また、ローカル・コンサルタントは毎月パイロット・プラントを訪問し、各種のデータを回収するとともに運営・維持管理状況をチェックした。このような経験は、再生可能エネルギー施設の建設後に、外部から定期的に

技術・経営面の支援を行う必要性を示している。すなわち、モンゴル政府がソム・センターにおける電力供給を監督・支援する組織を新しく設立する必要性はきわめて高い。

表 11.5.3-1 業務日誌フォーマット（ 年 月分）

日	曜日	担当者名	勤務時間	日常 点検	日常 清掃	問題が発生したか？ 発生したなら、その内容	問題への 対応	監督者 サイン
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								

5.4 パイロット・プラントの維持管理費徴収に係る提言

5.2 節で述べた通り、一部維持管理費が徴収されていないとの事実を踏まえ次の点を提言する。

- (1) ソム役場の現金が不足している場合には電力料金の支払いが困難になることは容易に予想される。そのような際には電力料金を債務として計上し収入がある際にその精算をすること。
- (2) 病院・学校の予算見積もりの際に再生可能エネルギーの電力料金を含むようにすること。
- (3) 予算からの支出が長期的に不可能な場合には、一歩進んで受益者からの料金徴収を検討すること。
- (4) 再生可能エネルギーの維持管理コストの削減策を検討すること（オペレータの他の仕事との兼任等。）

5.5 パイロット・プラントの技術的維持管理体制に係る提言

アーダツァグとバヤンウンドゥルでは8月に蓄電池の充放電管理に関する問題があった。風力および日射量が弱くなった時期に使用電力量の調整を行わなかったため、蓄電池の電圧が過放電防止電圧まで低下してしまっただけである。このため、蓄電池を保護するために設備全体が一時的に自動停止した。気象条件に合わせて施設の電力利用量を調整しなかったのが原因である。再生可能エネルギーは、モンゴルのソムで利用されているディーゼル発電と異なり自然の気象状況に合わせた利用が必要である。そのため、従来から慣れ親しんでいる燃料の貯蓄量および購買力に依存した電力利用ではなく、気象の季節変化や時間変化に応じた電力利用を行うことが必要である。パイロット・プラントの技術的維持管理体制に係わる提言として以下の項目をあげる。

- ① 病院の緊急時に対応できる電力量を常に保持しておくための管理が必要である。そのためには、普段から気象の変化により風や太陽光などの発電に必要な自然条件が悪化することを考えて日中の無駄な電力消費を避ける必要がある。
- ② 風と太陽光が発電に適さない日は、夜間における電力利用を重視する。そのため、蓄電池が満充電状態になるように昼間に利用する負荷を制限する。これには、蓄電池の電圧を表示パネルのメータ類で確認することが重要である。風と太陽光が発電に適さない日が連続した場合は、さらに昼間の電力利用を控えると同時に負荷利用していない時間のインバーターを停止する。夜間は負荷利用の時間制限を実施する。さらに発電に適さない日が連続した場合は、緊急時以外は昼間の電力利用を完全に停止しインバーターも停止する。夜間も、時間制限に加え使用する負

荷も制限する。蓄電池の電圧記録表を欠かさずに毎日記録し、電圧と消費電力量の検討を行うことが重要である。

- ③ 昼間、蓄電池が満充電になり太陽電池が自動的に切り離された場合は、余剰電力を有効に利用するために、積極的な電力利用を行う。太陽電池の両方グループが自動的に切り離された場合は負荷合計量が 1 kW 以下を目安に利用し、一つのグループだけが切り離された場合は 500W 以下を目安に利用する。負荷としては洗濯機、アイロン、電気ケトルの利用等が考えられる。

第6章

実証試験の総括

第6章 実証試験の総括

6.1 運営組織の経営状況の分析

表Ⅱ.6.1-1はパイロット・プラント対象地ソムにおける電気料金制度をまとめたものである。いずれのソムも固定料金制度で徴収している。タリアトは三段階制をとっており、所得水準に応じて料金に差別を設けている。固定料金が最も高いのはバヤンウンドゥルの、6000Tg/月で、これは対象ソムのなかでも高い部類に属している。

表Ⅱ.6.1-1 パイロット・プラント/ソムの料金体系の概要

		Adaatsag	Bayan-Undur	Tariat
Consumer	Household	116	75	160
	Public facility	6	5	8
	Private entity	1	1	1
Output (kW)		60	60	90
Collection system	Fixed	Fixed	Fixed(3levels)	3500 Tg/month
Tariff charge (household)		4600 Tg/month	6000 Tg/month	4500 Tg/month 4700 Tg/month

表Ⅱ.6.1-2 は各ソムの電気事業の財務内容の指標である。家庭からの料金徴収が収入に占める割合は7割弱、一方支出に占める燃料の割合は9割弱とどのソムも同様な経営体制であることを物語っている。

表Ⅱ.6.1-2 パイロット・プラント据付ソムの財務指標

	Adaatsag	Bayan-Undur	Tariat
Household share in revenue	70%	69%	65%
Fuel share in expenditure	87%	90%	88%

6.2 技術的管理状況の分析

第4次現地調査で行った技術移転セミナーにおいて、パイロット・プラントの設置状態、運転状況等の確認を行った。また、実際にパイロット・プラントの運営管理を行っている運転員、監督者等から運営に関する報告を受けた。それらの情報とパイロット・プラントで採取しているデータから、技術面でのパイロット・プラント運転管理状況と実証試験施設の運営管理状況の分析を行った。

(1) パイロット・プラントの技術的管理状況

3ヶ所のパイロット・プラントとも施設の清掃は良好な状態で行われており、清掃面では良く管理されていることが確認できた。太陽光・風力発電設備の点検は良好な状態で行われており、初めての設備でありながら設備の運転および維持管理が適切に行われていることを確認した。

アダーツァグとバヤンウンドゥルのパイロット・プラントの運転状況は、8月に蓄電池の充放電管理に関する問題があった。風力および日射量が弱くなった時期に使用電力量の調整を行わなかったため、蓄電池の電圧が過放電防止電圧まで低下してしまった。このため、蓄電池保護のため設備全体が一時的に自動停止した。これは、気象状況に合わせた負荷利用の管理が適切に行われなかったことを示している。技術移転セミナーにおいて、負荷と利用時間帯を調整することの重要性を説明した。タリアトのパイロット・プラントの運転状況は、良好に行われている。タリアトでは、夕方から夜間にかけて消費電力量が最大となるので日中の消費量を少なめに押さえるような管理を自主的に行っている。

(2) 実証試験施設の技術的管理状況

アダーツァグの実証試験施設の技術的管理状況は、良好であるといえる。病院内にあある一つの照明器具が不良状態であったが、その他は良好な状態であった。今後は、徴収した電気料金等で壊れた器具等を修理する運用管理が必要である。

タリアトの実証試験施設の技術的管理状況は、良好であるといえる。屋外照明灯の交換が病院の費用で行われたとの報告を受けた。さらに、病院では毎日負荷の利用時間帯等を細部に渡り記録しており積極的な運用管理を行っている。

バヤンウインドゥルの実証試験施設の技術的管理状況は、良好であるといえる。独自の積算電力計を持たなかった学生寮が、今後は自分たちの負担で専用の積算電力計を取付け利用電力量の管理を行いたいという積極的な行動が見られた。

6.3 省エネルギー対応状況の分析

パイロット・プラントより供給された電力の使用状況は、収録したデータより判断するのみである。実際、不要な電力浪費がないよう、需要家である病院や学校の職員がどの程度の意識を持ち、現実に行動しているかをデータのみから確認するのは、相当困難を伴うが、基本的に省エネルギーの意識をもって対応しているものと判断できる。その根拠となる事実として、バッテリーの過放電によるシステム停止の発生した後の記録が挙げられる。

この停止は、アダーツァグとバヤンウインドゥルで 1999 年 8 月に発生しており、電力の使用方法になれていなかった時期に発生したのもといえる。データでは、その後 8 月、9 月のバッテリー充放電は、充電超過を記録している。これは需要家が省エネルギーの意識を持って、電力消費量を抑えた行動の表れと考えられる。11 月になり日照時間が短くなるため、消費電力は増加し放電超過となるが、この状態に気付けばまた、消費電力を抑制する行動にでるであろう。

このように、限られたデータからではあるが、パイロット・プラントの需要家は、再生可能エネルギーの特性を徐々に理解しながら、省エネルギーの必要性に対する認識を高め、具体的な対応方法を身に付けていくものとする。

6.4 ディマンド・サイド・マネジメント対応状況の分析

ディマンド・サイド・マネジメントでは、「再生可能エネルギーの発電パターンに合わせた電力の消費」は、確実に実施されている。このような電力の使い方は、パイロット・プラント据付時の技術移転セミナーにて強調したので、ソムの需要家もよく理解したものとする。

パイロット・プラントより供給される電力の 1 日の記録を見ると、日中にピークの現れている場合が多い。ソム・センターにおける通常の負荷パターンでは、夜間にピークが発生しているので、日中に現れるピークは、意識的な負荷のコントロール、つまりディマンド・サイド・マネジメントとの実施と判断することができる。

パイロット・プラントでの最大負荷は、1 kW の電気ポットであるため、電気ポットを日中使用すれば、ディマンド・サイド・マネジメントの実施といえる。シンプルな行動であるが、この意識と行動パターンを定着させることにより、将来のより大きな設備に対するディマンド・サイド・マネジメントの対応が可能となろう。

6.5 回収観測データの解析

パイロット・プラントの据付を終了してから現在までの回収観測データの解析結果を以下に示す。アダーツァグ、バヤンウンドゥルについては6月からのデータ分析、タリアトは7月からのデータ分析結果となる。

6.5.1 太陽光

パイロット・プラントの据付を終了してから現在までの回収観測データの解析結果を以下に示す。アダーツァグ、バヤンウンドゥルについては1999年6月から2000年5月までのデータ分析、タリアトは1999年7月から2000年6月までのデータ分析の結果となる。各パイロット・プラントで記録されたデータを月報として補足資料 II. 2-1 にアダーツァグ、補足資料 II. 2-2 にバヤンウンドゥルと補足資料 II. 2-3 にタリアトを示す。

各パイロット・プラントで回収されたデータは夏期と冬期として分けさらに、夏期と冬期の六ヶ月をそれぞれ3ヶ月づつに分け分析を行った。アダーツァグの場合2000年1月の初めから2月の半ば(14日)までデータ記録装置が停止したため1月のデータを除いており、2月の場合15日からのデータ(14日分)の分析行なった。

(1) 温度

a) 時刻別平均外気温

各ソムにおける平均外気温の時刻別変化をグラフにして補足資料 II. 4.1 に示す。これらの図からアダーツァグの場合、夏期の7月～9月の平均が一番高く、冬期の1月～3月の平均が一番低い値を示している。夏期であっても20℃を超えるのは12時から20時の間であり、夕方の16時頃の21.8℃が最高気温として記録されている。4月～6月の場合朝方6時頃の温度が5℃までさがることが分かる。冬期には一日を通して氷点下に達しており、朝の6時から8時の-12.4℃が最低気温として記録されている。夏期及び冬期

ともに一日を通して観た場合、朝方に最低気温、16時頃に最高気温が記録されている。夏期と冬期の最低及び最高気温の差は10℃以上あることが分かる。

バヤンウンドゥルの場合も夏期の7月～9月の平均が一番高く、冬期の1月～3月の平均が一番低い値を示している。夏期であっても20℃に届くのは14時から18時の間であり、夕方の16時頃の20.2℃が最高気温として記録されている。4月～6月の場合朝方6時頃の気温は5℃以下になることが分かる。冬期には一日を通して氷点下に達しており、朝の8時の-19.4℃が最低気温として記録されている。夏期及び冬期ともに一日を通して朝方が最低気温で、16時頃最高気温を示している。夏期と冬期の最低及び最高気温の差が10℃以上あることが分かる。

タリアトの場合も他パイロット・プラントと同じく夏期の7月～9月の平均が一番高く、冬期の1月～3月の平均が一番低い値を示している。夏期であっても15℃に届くのは14時から20時の間であり、夕方の16時と17時に15.7℃が最高気温として記録されている。冬期の間一日を通して氷点下に達しており、朝の8時の-22.3℃が最低気温として記録されている。夏期及び冬期ともに一日を通して朝方が最低気温で、16時頃最高気温を示している。夏期と冬期の最低及び最高気温の差は10℃以上あることが分かる。

b) 時刻別平均キュービクル内温度

各ソムにおけるキュービクル内平均外気温の時刻別変化をグラフにして補足資料II.4.1.2に示す。これらの図からアダーツァグの場合、外気温と同じくキュービクル内の平均温度も夏期の7月～9月の平均が一番高く、冬期の1月～3月の平均が一番低い値を示している。夏期4月～6月のキュービクル内平均最高温度が27.1℃と最低温度が10.6℃、7月～9月の場合は最高温度が28.6℃と最低温度は15.8℃を記録されている。同じ時期の外気温に比べ4月～6月の場合は最高では10℃以上、最低では約5℃、7月～9月の場合は最高では6℃以上と最低では3℃高いことが分かる。一方冬期に於いては10月～12月のキュービクル内平均最高温度が9.0℃と最低温度が-5.6℃、1月～3月の場合は最高温度が10.4℃と最低温度は-7.7℃が記録されている。同じ時期の外気温に比べ10月～12月の場合は最高の値では10℃以上と最低の値では約4℃、1月～3月の場合は最高では12℃以上と最低では4℃以上高いことが分かる。平均で冬期でも日中11時過ぎから夜21時前までの間キュービクル内の温度は0℃以上になることが分かる。

バヤンウンドゥルの場合も、外気温と同じくキュービクル内の平均温度も夏期の7月～9月の平均が一番高く、冬期の1月～3月の平均が一番低い値を示している。夏期4月～

6月のキュービクル内平均最高温度が26.9℃と最低温度が9.8℃、7月～9月の場合は最高温度が27.6℃と最低温度は13.8℃が記録されている。同じ時期の外気温に比べ4月～6月の場合は最高では10℃以上と最低では5℃以上、7月～9月の場合は最高では7℃以上と最低では4℃以上高いことが分かる。一方冬期では10月～12月のキュービクル内平均最高温度が10.4℃と最低温度が-5.8℃以上、1月～3月の場合は最高温度が6.6℃と最低温度は-13.1℃が記録されている。同じ時期の外気温に比べ10月～12月の場合は最高では10℃以上と最低では約5℃以上、1月～3月の場合は最高では13℃以上と最低では6℃以上高いことが分かる。平均で冬期でも日中11時過ぎから夜21時前までの間キュービクル内の温度は0℃以上になることが分かる。

タリアトの場合も外気温と同じくキュービクル内の平均温度も夏期の7月～9月の平均が一番高く、冬期の1月～3月の平均が一番低い値を示している。夏期4月～6月のキュービクル内平均最高温度が22.0℃と最低温度が6.3℃、7月～9月の場合は最高温度が25.0℃と最低温度は10.6℃が記録されている。同じ時期の外気温に比べ4月～6月の場合は最高では10℃弱と最低では5℃以上、7月～9月の場合は最高では9℃以上と最低では5℃弱高いことが分かる。一方冬期では10月～12月のキュービクル内平均最高温度が0.5℃と最低温度が-11.1℃以上、1月～3月の場合は最高温度が-2.7℃と最低温度は-17.4℃が記録されている。同じ時期の外気温に比べ10月～12月の場合は最高では約5℃と最低では約1℃以上、1月～3月の場合は最高では10℃以上と最低では5℃弱高いことが分かる。平均で冬期の10月～12月の夕方16時と17時間以外一日通してキュービクル内の温度は0℃以下になることが分かる。

(2) 気圧

各ソムにおける気圧の時刻別変化を補足資料 II. 4. 2 に示す。これらの図からアダーツァグの場合夏期4月～6月の平均最高気圧が776hPaと最低気圧が774hPa、7月～9月の場合は最高気圧が780hPaと最低気圧は777hPaを記録しており、7月～9月の平均気圧は日中から夜にかけてやや上昇したように見えるが大きな変化がないことが分かる。一方冬期では10月～12月の平均最高気圧が781hPaと最低気圧は780hPa、1月～3月の場合は最高気圧が776hPaと最低気圧は774hPaが記録されている。4月～6月と1月～3月の平均気圧の値が似たような値を示しているとともに一日を通して波があるように見えるが、夏期と冬期ともに最高と最低の値の差が小さいことを示している。

バヤンウンドゥルの場合、夏期4月～6月の平均最高気圧が763hPaと最低気圧が761hPa、7月～9月の場合は最高気圧が765hPaと最低気圧は764hPaを記録している。一方冬期10月～12月の平均最高気圧が766hPaと最低気圧は765hPa、1月～3月の場合は最高気圧が763hPaと最低気圧は762hPaが記録されている。各平均とも一日の中で大きな

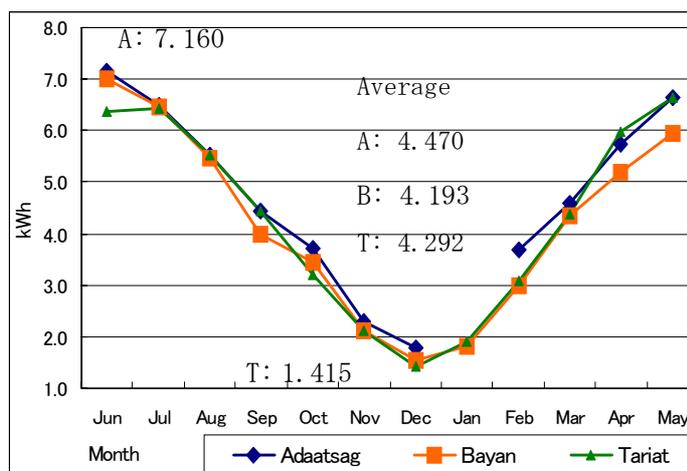
圧が 763hPa と最低気圧は 762hPa が記録されている。各平均とも一日の中で大きな変化はないが朝方一番低く、日中一番高くなる傾向にあるが、夏期、冬期ともに最高と最低の値の差も小さいことを示している。

タリアトの場合、夏期 4 月～6 月の平均最高気圧が 721hPa と最低気圧が 720hPa、7 月～9 月の場合は最高気圧が 723hPa と最低気圧は 722hPa が記録されている。一方冬期 10 月～12 月の平均最高気圧は 681hPa と最低気圧は 765hPa、1 月～3 月の場合は最高気圧が 715hPa と最低気圧は 713hPa が記録されている。各平均とも一日の中で大きな変化はないが、10 月～12 月の平均気圧が他の平均気圧に比べ低い値を示している。タリアトの場合他のパイロット・プラントに記録された気圧の値に比べて全体的に低い値を示している。

(3) 日射量

a) 月別水平面平均日射量

月別水平面平均日射量の変化を図Ⅱ.6.5-1 に示す。この図から、7 月から 9 月及び 4 月と 5 月に揃って、山岳地域に属するタリアトの水平面平均日射量は、半ゴビ地域に属するアダーツァグとほぼ同じであることが分かる。また 6 月、10 月と 12 月は他の 2 ソムより低いものの 11 月、2 月と 3 月はステップ地域に属するバヤン

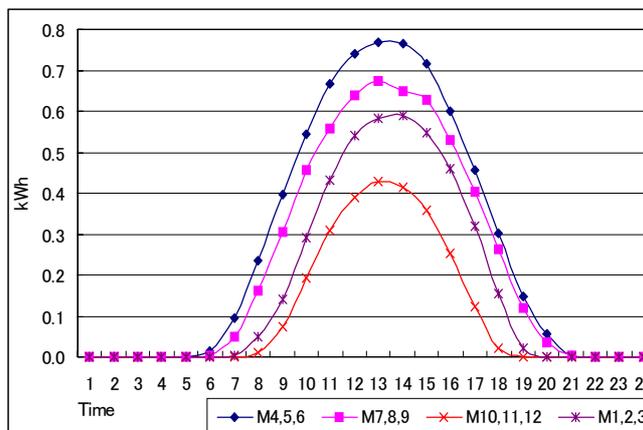


図Ⅱ.6.5-1 月別水平面平均日射量

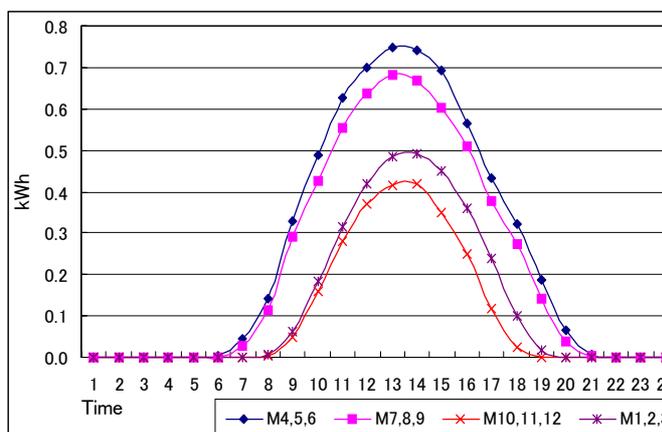
ウンドゥルと殆ど同じ値でアダーツァグより若干少ないことがわかる。ステップ地域に属するバヤンウンドゥルの場合は 6 月、7 月、8 月と 11 月は他の 2 ソムとほぼ同じ値で、9 月、4 月と 5 月は他の 2 ソムより低く、10 月と 12 月はタリアトとアダーツァグの間の値を示している。各ソムともに水平面平均日射量は 6 月から冬期にかけて段々と少なくなり、9 月から 2 月まで $4.0\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ より下回ることが分かる。最高及び最低の値はアダーツァグとバヤンウンドゥルの場合 6 月と 12 月、タリアトの場合は 7 月と 12 月に当たり、アダーツァグの 6 月の $7.160\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ が最高で、タリアトの 12 月の $1.415\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ が最低の値を示している。

b) 時刻別水平面平均日射量

各ソムにおける水平面平均日射量の時刻別変化を図Ⅱ.6.5-2にアダーツァグ、図Ⅱ.6.5-3にバヤンウンドゥル、図Ⅱ.6.5-4にタリアトを示す。これらの図からアダーツァグの場合時刻別水平面平均日射量は4月から6月の平均値に比べ7月から9月の平均では約16%、7月から9月の平均値に比べて1月から3月の平均では約25%と、1月から3月の平均値に比べて10月から12月の平均では約38%減少していることがわかる。夏期の4月から6月の平均に比べて冬期の10月から12月の平均値は大きく減少しており、時刻別水平面平均日射量は4月から6月の平均0.768kWh/m²が最高の値である。

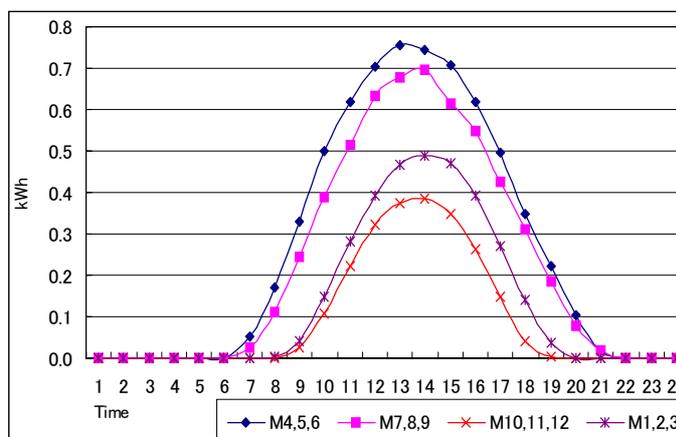


図Ⅱ.6.5-2 アダーツァグの時刻別水平面日射量



図Ⅱ.6.5-3 バヤンウンドゥルの時刻別水平面日射量

バヤンウンドゥルの場合平均水平面日射量は4月から6月の平均値に比べ7月から9月の平均では約12%、7月から9月の平均値に比べて1月から3月の平均では約41%と1月から3月の平均値に比べて10月から12月の平均では約22%減少していることがわかる。夏期の4月から6月の平均に比べて冬期の10月から12月の平均値は大きく減少しており、時刻別水平面平均日射量は4月から6月の平均0.748kWh/m²が最高の値である。

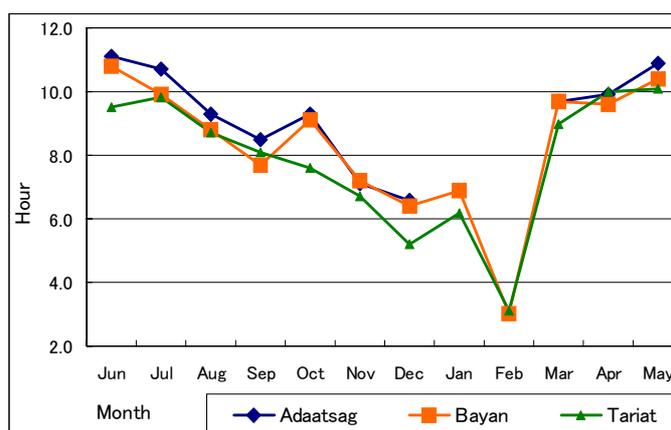


図Ⅱ.6.5-4 タリアトの時刻別水平面日射量

タリアトの場合も他の2ソムと同様4月と5月の平均値に比べ7月から9月の平均では約15%、7月から9月の平均値に比べて1月から3月の平均では約42%と1月から3月の平均値に比べて10月から12月の平均では約28%減少していることがわかる。夏期の4月から6月の平均に比べて冬期の10月から12月の平均値は大きく減少しており、時刻別水平面平均日射量は4月から6月の平均0.755kWh/m²が最高の値である。

(4) 月別平均日照時間

各ソムにおける月別平均日照時間を図Ⅱ.6.5-5に示す。この図から、山岳地域に属するタリアトの平均日照時間は、2月、4月と9月以外は他の2ソムより少ないものの9月はステップ地域に属するバヤンウンドゥルより多く、半ゴビ地域に属するアダーツァグの値より少ないことがわかる。2月と4月はバヤンウンドゥルとアダーツァグとほぼ同じ値を示していることが分かる。



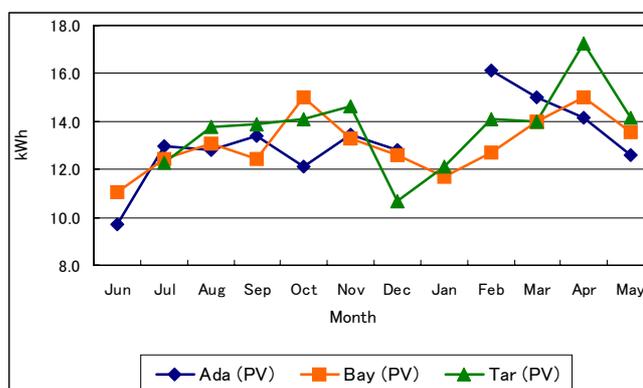
図Ⅱ.6.5-5 月別平均日照時間

アダーツァグの日照時間は6月から10月、12月、4月と5月までがバヤンウンドゥルより多いことが分かる。変化の仕方としては、タリアトの場合7月から12月まで段々と少なくなり一旦1月に増えるものの2月ではまた少なくなり、その後徐々に増えることが分かる。他の2ソムとも10月以外タリアトと似たような傾向を示している。全体を通して6月のアダーツァグの11.1時間が最高で2月のバヤンウンドゥルの3.0時間が最低の値を示している。

(5) 発電量

a) 月別太陽電池の平均発電量

太陽電池の月別平均発電量の変化を図Ⅱ.6.5-6に示す。この図から、アダーツァグの場合6月に比べて7月に発電量は増えているが8月にまた若干少なくなり9月にはまた多くなっている。このように7月から12月まで一ヶ月置きに発電



図Ⅱ.6.5-6 月別太陽電池の平均発電量

量が多くなったり少なくなったりしていることが分かる。2 月からは 5 月まで徐々に発電量が減少していることが分かる。7 月、12 月、2 月と 3 月は他の 2 ソムより発電量が多いが 6 月、8 月、10 月、4 月と 5 月は発電量が少なくなり他の 2 ソムに比べ下回っている。11 月と 12 月はバヤンウンドゥルとほぼ同じ値であり、11 月の場合タリアトと比べると少ないが 12 月では他 2 ソムより発電量が増えたことが分かる。一年通して発電量には大きな波があることが分かる。

バヤンウンドゥルの場合 6 月から 8 月まで発電量が徐々に増えており、9 月では一旦下がるものの 10 月にはまた増え、その後一月まで減少していることがわかる。また、2 月から 4 月まで発電量が徐々に増え 5 月にはまた少なくなっている。発電量としては 10 月は他の 2 ソムより多く、9 月と 2 月は他の 2 ソムより下回っていることが分かる。11 月と 1 月も他の 2 ソムより下回っているがアダーツァグとほぼ同じ値を示している。バヤンウンドゥルもアダーツァグと同じく一年通して発電量に波があることが分かる。

タリアトの場合 6 月と 7 月はほぼ同じでその後 11 月まで発電量は徐々に増え、11 月に比べ 12 月は大きく減少していることが分かる。12 月から 2 月までは発電量が増え、3 月は 2 月とほぼ同じであり、4 月には一旦増えるものの 5 月にはまた減少していることが分かる。7 月、1 月、3 月と 5 月はバヤンウンドゥルとほぼ同じ値であり、6 月、8 月、9 月、11 月と 4 月は他の 2 ソムより発電量が多いことが分かる。他の 2 ソムに比べて毎月の発電量の波が少ないが、12 月は他の 2 ソムより発電量が大きく減少していることが分かる。

b) 月別風発電の平均発電量

風力発電の月別平均発電量の変化を図 II. 6.5 - 7 に示す。この図から、アダーツァグの場合 6 月に比べ 7 月に発電量少なくなり、7 月から 11 月まで発電量が増えていることが分かる。12 月と 2 月は発電量が減少し、3 月には一旦増えるがその後また 5 月まで減少していることがわかる。11

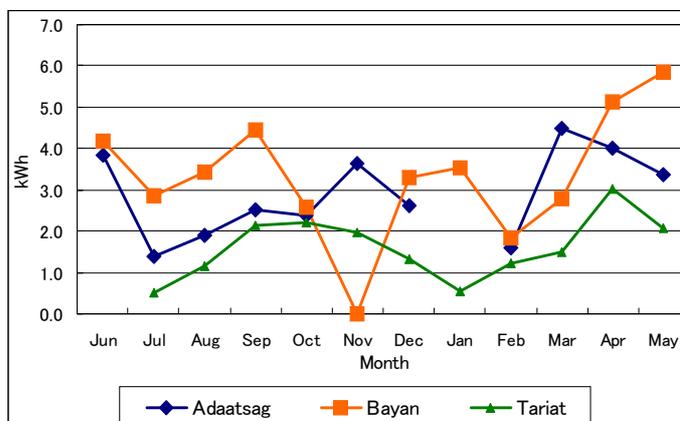


図 II. 6.5 - 7 月別風力発電の平均発電量

月と 3 月は他の 2 ソムより発電量が多いがその他の月では他の 2 ソムの間にあることが分かる。アダーツァグでは太陽光発電と同じく発電量には波がある

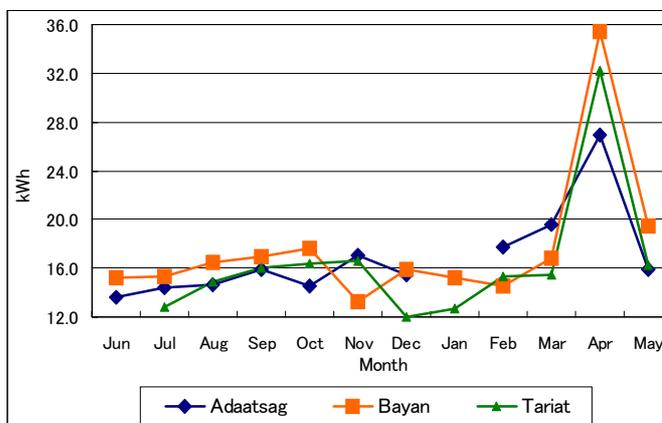
ことが分かる。

バヤンウンドゥルの場合も6月に比べ7月に発電量が少なくなり、7月から9月まで増えまた11月まで大きく減少していることが分かる。その後11月まで発電量が増え、2月では一旦減少するが3月から5月まで発電量が増えたことが分かる。バヤンウンドゥルの場合11月と3月以外他の2ソムより多く発電していることが分かる。11月では発電されてないが、それは風力発電が利用されていないためである。バヤンウンドゥルの場合もアダーツァグと同じく発電量には波があることが分かる。

タリアトの場合6月に比べ7月に発電量が若干減っていますがその後10月まで発電量は徐々に増え、10月から1月まで徐々に減少していることが分かる。1月から3月まで発電量が増えるが5月ではまた減少していることが分かる。タリアトの場合他の2ソムに比べて発電量には大きな波がないが一年通して発電量が少ないことが分かる。

c) 太陽光及び風力の月別平均の合計発電量

太陽光及び風力の月別合計発電量の変化を図II.6.5-8に示す。この図から、アダーツァグの場合6月から9月まで合計発電量に伸びがあるものの8月と9月は他の2ソムより下回っていることがわかる。10月も9月に比べて合計発電量が減少し他の2ソムより下回るが、11月は大きく伸び他の2ソムより上回っていることがわかる。11月に比べて12月は減少し、2月に比べて3月は増えていますが3月から5月までまた減少していることが分かる。



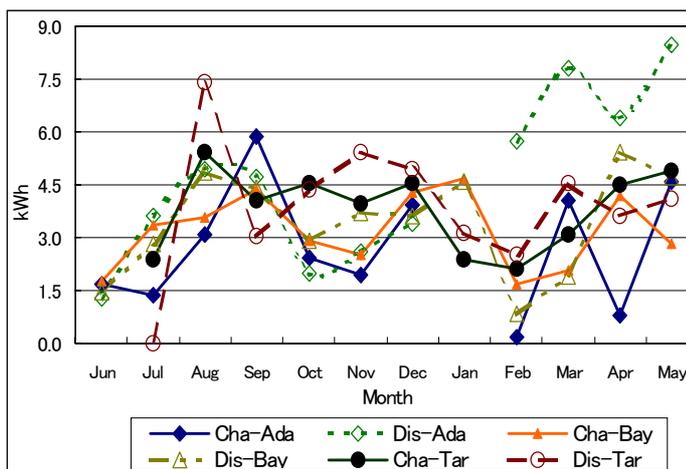
図II.6.5-8 太陽光及び風力発電の合計月別平均発電量

バヤンウンドゥルの場合6月から10月までは合計発電量に伸びがあり、他の2ソムより高い合計発電量を示しているが、11月は極端に低下し他の2ソムよりも下回っていることがわかる。これは11月の場合風力発電されていないからである。11月に比べて12月には合計発電量が増えるが、また12月から2月まで合計発電量が徐々に減少していることが分かる。2月から4月まで合計発電量が増え、3月に比べて4月は大きく増加しタリアトとほぼ同じ値を示していることが分かる。

タリアトの場合6月に比べ7月では発電量が若干少なくなるが、その後11月まで徐々に合計発電量は伸び、8月と9月はアダーツァグとほぼ同じ合計発電量を示している。12月は大きく減少し1月とも他の2ソムより下回るものの12月から4月まで合計発電量が増え、3月に比べて4月はバヤンウンドゥルと同じく合計発電量は大きく増加し、5月ではまた大きく減少していることが分かる。

(6) 蓄電池の充放電量

蓄電池の月別平均充放電量の変化を図Ⅱ.6.5-9に示す。この図から、アダーツァグの場合7月、8月、11月と2月から5月の充電量は放電量に比べて少なく6月、9月、10月と12月は充電量が若干多いことがわかる。放電量は6月から8月まで徐々に増えているが、8月比で9月、10月、11月、12月は減少していることが分かる。10月では9月の放電量に比べて半分減少していることが分かる。10月以降3月まで放電量は徐々に増えており、4月には一旦減少し、5月にはまた増えていることが分かる。一年を通して見た場合9月の充電量と5月の放電量が最高の値を示していることが分かる。5月の放電量は据付直後の月6月に比べて4倍以上になっていることが分かる。アダーツァグでは一年を通して見た場合充電量より放電量が多い為蓄電池は放電状態にあることが分かる。充放電のバランス取る為には放電量を押さえる必要がある。



図Ⅱ.6.5-9 蓄電池の月別平均充放電量

し、10月では9月の放電量に比べて半分減少していることが分かる。10月以降3月まで放電量は徐々に増えており、4月には一旦減少し、5月にはまた増えていることが分かる。一年を通して見た場合9月の充電量と5月の放電量が最高の値を示していることが分かる。5月の放電量は据付直後の月6月に比べて4倍以上になっていることが分かる。アダーツァグでは一年を通して見た場合充電量より放電量が多い為蓄電池は放電状態にあることが分かる。充放電のバランス取る為には放電量を押さえる必要がある。

バヤンウンドゥルの場合8月、11月、4月と5月は充電量が放電量に比べて少ないものの6月、7月と2月は若干放電量が多いことがわかる。放電量は6月から8月まで徐々に増えており、9月と10月は充放電量がほぼ等しくなり、11月はまた放電状態にあることがわかる。12月では蓄電池は充電状態になり、1月充放電量はほぼ同じで2月では充電状態にあることが分かる。3月はまた充放電が同じで、4月と5月は放電状態にあることが分かる。ここでは年間を通して蓄電池は若干放電状態にあることが分かる。充放電量のバランスを取るためには放電量を押さえる必要がある。

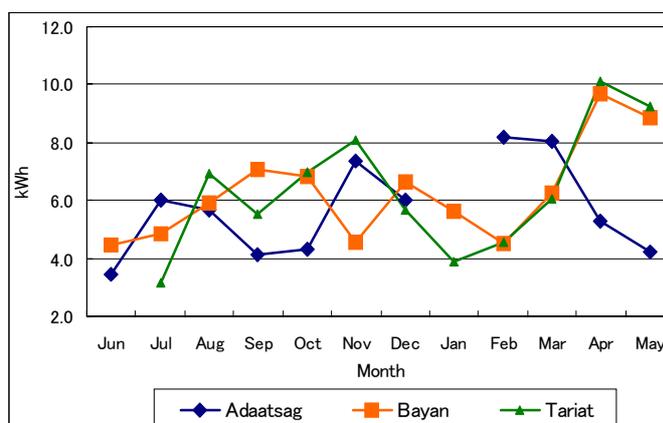
タリアトの場合6月と7月は充電状態にあり、8月と11月から3月まで充電量が放電量に比べて少ないものの9月、10月、4月と5月は若干充電量が多いことがわかる。放

電量は7月に比べ8月は極端に増え、9月は大きく減少し、9月から12月にかけて段々と増え12月から2月まで放電量が減少しているにもかかわらず蓄電池は放電状態にあることが分かる。3月ではまた放電量が増え放電状態にあり、4月では放電量が減少し、4月と5月は充電状態にあることが分かる。ここでは一年を通して見た場合蓄電池は若干充電状態にあり、他2ソムに比べ充放電量のバランスが上手く取れている事が分かる。

(7) 供給電力量

a) 交流（AC）電力量

の交流（AC）の月別平均供給電力量の変化を図Ⅱ.6.5 - 10 に示す。この図から、アダーツァグの6月の供給電力量は他の2ソムより少ないものの7月は他の2ソムより多いことがわかる。供給電力量は7月から9月にかけて減少し、10月は若干増えるものの他の2ソムより少ないことがわかる。



図Ⅱ.6.5 - 10 月別平均交流供給電力量

10月は若干増えるものの他の2ソムより少ないことがわかる。11月は大きく増えタリトより多いもののバヤンウンドゥルより多いことがわかる。12月はまた減少しタリトとほぼ同じ値になっている。2月から5月まで段々と供給量が減少しており、2月と3月は他の2ソムより多く、4月と5月は他の2ソムより少ないことが分かる。

バヤンウンドゥルの場合供給電力量は6月から9月にかけて段々と増えおり、6月と8月はアダーツァグより多く、9月は他の2ソムより多いことがわかる。10月はタリトより若干低いもののアダーツァグより多く、11月は大きく減少し他の2ソムより少ないことがわかる。12月はまた供給量は増え他の2ソムより多く、12月から2月にかけて徐々に減少し、2月は他の2ソムの中間ぐらいと2月はタリトとほぼ同じ値を示していることが分かる。2月から4月にかけて供給量がかなり増え、3月はタリトより若干多く、4月ではタリトより少ないもののアダーツァグよりかなり多いことが分かる。5月では4月に比べて減少するが、アダーツァグよりかなり多いことが分かる。

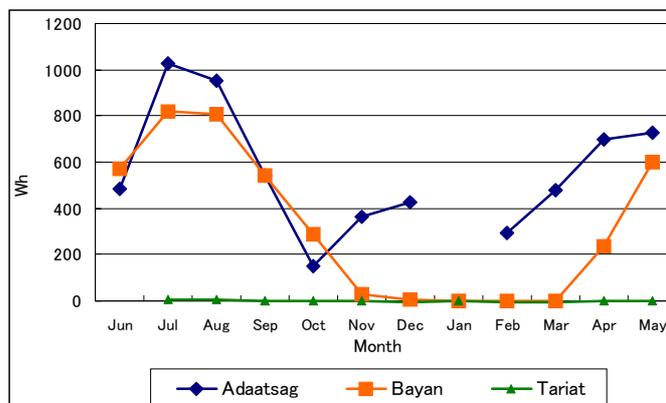
タリトの場合供給電力量は6月に比べ7月では減少し8月では大きく増え他の2ソムより多いものの9月は一旦減少しバヤンウンドゥルより少ないことがわかる。9月か

ら 11 月にかけて段々と多くなり、10 月と 11 月は他の 2 ソムより増えていることがわかる。12 月と 1 月は 11 月に比べ大きく減少し他の 2 ソムより少ないことが分かる。2 月から 4 月にかけてバンウンドゥルと同じ様に供給量が増え、2 月はバンウンドゥルとほぼ同じで 3 月は若干減少するものの 4 月は他の 2 ソムより多いことが分かる。4 月と 5 月はバンウンドゥルと同じ様に減少するが、他の 2 ソムより多いことが分かる。

このことから各ソムとも供給電力には大きな波があることがわかる。

b) 直流 (DC) 電力量

直流 (DC) の月別平均供給電力量の変化を図Ⅱ.6.5 - 11 に示す。この図から、アダーツァグの 6 月の供給電力量はバンウンドゥルより少なく、7 月は大きく増え、7 月から 10 月にかけて減少し、11 月から 1 2 月にかけてまた増えていることが分かる。2 月から 5 月まで供給電力が徐々に増えていることが分かる。7 月、8 月と 11 月から 5 月まではバンウンドゥルより多く 9 月はほぼ同じ値を示していることが分かる。アダーツァグでは一年を通して電力を供給されていることが分かる。



図Ⅱ.6.5 - 11 月別平均直流供給電力量

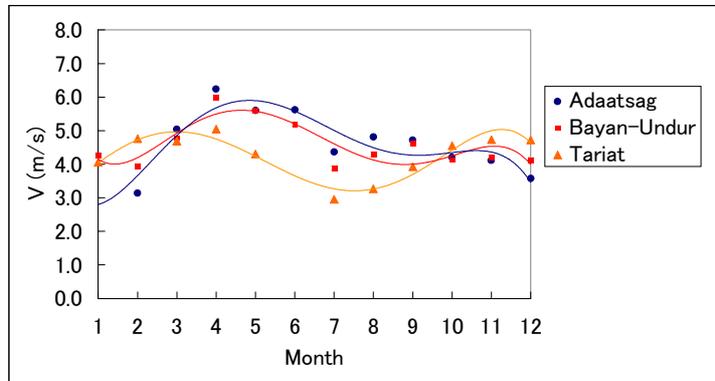
バンウンドゥルの場合供給電力量は 6 月に比べ 7 月は大きく増え、7 月と 8 月はほぼ同じ供給量であり、8 月から 11 月にかけて段々と減少していることがわかる。3 月から 5 月にかけて供給量は増えていることが分かる。1 1 月から 3 月まで直流 (DC) 負荷利用されてない為電力供給されてないことが分かる。

タリアトの場合始めから直流機器 (冷蔵庫) を利用していないため直流電力を供給してないことがわかる。

6.5.2 風力

(1) 月別平均風速

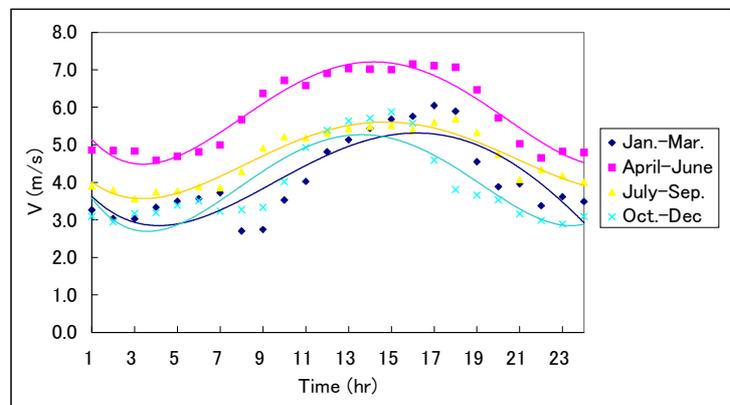
1999年6月から2000年5月までの月別平均風速変化を図II.6.5-12に示す。この図から、4月から9月までは山岳地域にあるタリアトの平均風速は、他の2ソムと比較して小さかったが10月で逆転していることがわかる。山岳地域にあるタリアトでは、起伏ある複雑な山岳地形の影響で季節風による影響は平野部と比較して小さくなる。しかし、冬期には気温の低い山頂から日中に気温が上昇した盆地と湖へ吹き降ろす風が強くなるためと考えられる。



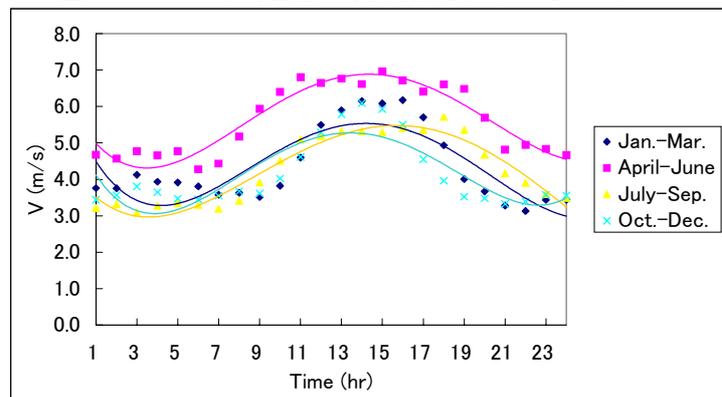
図II.6.5-12 月別平均風速変化

(2) 時系列変化

図II.6.5-13 にアダーツァグにおける平均風速の時系列変化を示す。アダーツァグでは夏期においては、夜間も平均風速が大きく日中との差が小さくなっている。その一方で、冬期である10月と11月では夜間の平均風速が小さくなり、日中の平均風速と大きな差が生じていることがわかる。図II.6.5-14 にバヤンウンドゥルにおける風速の時系列変化を示す。バヤンウンドゥルでは、どの月においても午後に平均風速が大きくなる。図II.6.5-15 にタリアトにおける月別風速の時系列変化を示す。タリアトでは夏期



図II.6.5-13 平均風速の時系列変化(アダーツァグ)



図II.6.5-14 風速の時系列変化(バヤンウンドゥル)

よりも冬期の風速が大きいことがわかる。

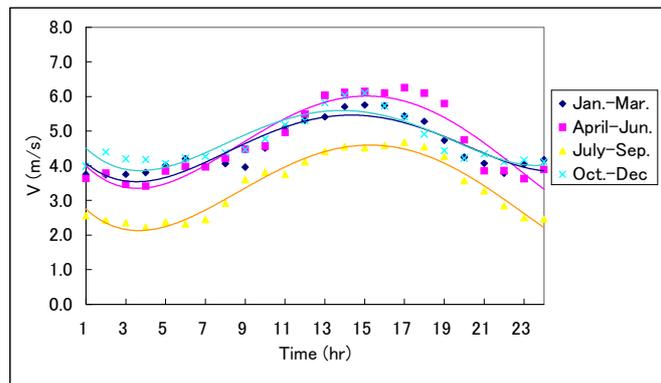


図 II. 6. 5-15 風速の時系列変化(タリアト)

(3) 風向

6月から11月までのアダーツァグにおける風向別出現頻度を図II.6.5-16に示す。アダーツァグでは、北から北西にかけての風向が大部分を示しているが他の2ソムと比較するとあまり安定していないことがわかる。図II.6.5-17にバヤンウンドゥルの1999年6月から2000年5月までの風向別出現頻度を示す。バヤンウンドゥルは、北の風向が卓越しており安定している。図II.6.5-18にタリアトにおける1999年7月から2000年5月までの風向別出現頻度を示す。タリアトでは、西風が卓越しており、安定している。

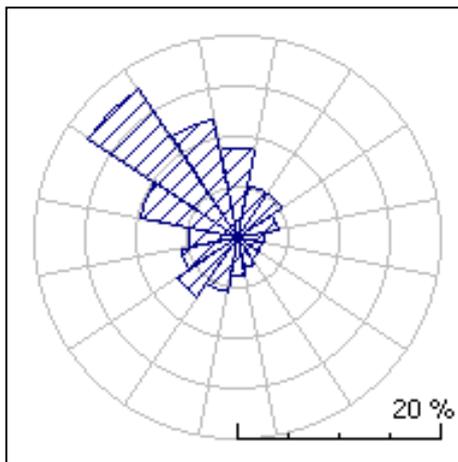


図 II. 6. 5-16 風向別出現頻度(Adaatsag)

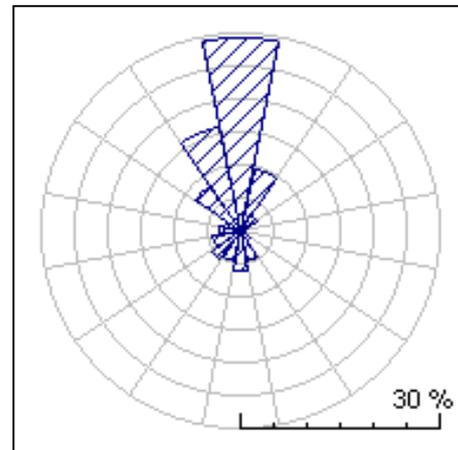
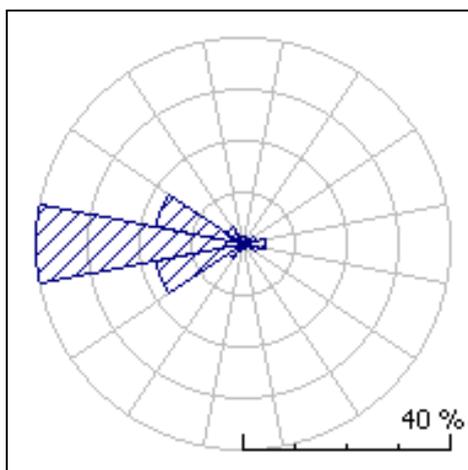


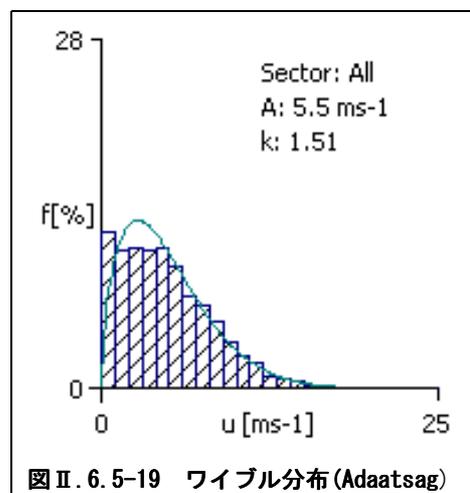
図 II. 6. 5-17 風向別出現頻度(Bayan-Undur)



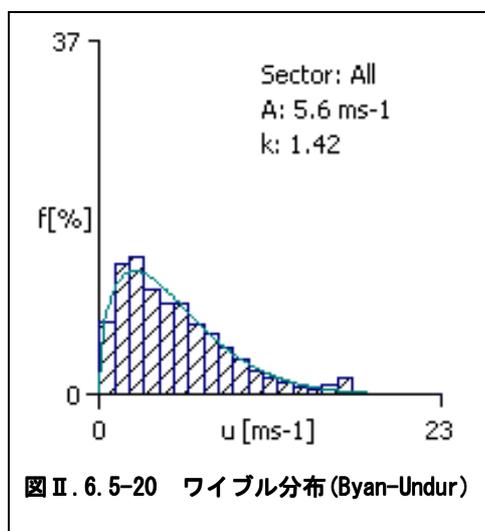
II. 6. 5-18 風向別出現頻度 (Tariat)

(4) ワイブル分布図

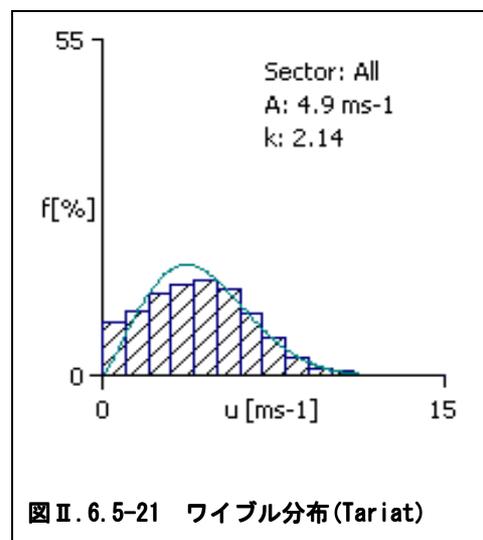
1999年6月から2000年5月までに観測されたデータから風速別出現頻度を示す。図II.6.5-19にアダーツァグにおけるワイブル分布を示す。観測期間の平均風速はアダーツァグでは4.7m/sである。ワイブル分布の形状kの値は1.51となっており、風速別の出現頻度が低風速側に多いことがわかる。図II.6.5-20にバヤンウンドゥルにおけるワイブル分布を示す。観測期間の平均風速はバヤンウンドゥルでは4.6m/sである。ワイブル分布の形状kの値は1.42と小さく、風速別の出現頻度が低風速側に多いことがわかる。図II.6.5-21にタリアトにおけるワイブル分布を示す。観測期間の平均風速はタリアトでは4.3m/sである。ワイブル分布の形状kの値は2.14と大きく、風速別の出現頻度が高風速側に多いことがわかる。



図II.6.5-19 ワイブル分布(Adaatsag)



図II.6.5-20 ワイブル分布(Byan-Undur)



図II.6.5-21 ワイブル分布(Tariat)

(5) 評価

従来の気象庁による観測結果では、山岳地域に位置するタリアトの風速は年間を通じて低いと記録されている。しかし、パイロット・プラントによる風況観測の結果は、夏期は風力が弱いものの冬期になるに従い強くなる傾向を示している。同地域は、現在までに本調査を除き精密風況観測機器による風況観測が行われたことがなく風況特性が明

らかとされていない。そのため、今後の風況観測の結果によるが、山岳地域の冬期を中心とした風力利用の可能性も現時点で否定することはできない。

6.6 総括

今回行ったパイロット・プラントの実証試験を、マスタープラン調査の中で以下の通り総括する。

- (1) 今回のパイロット・プラント程度の規模であれば、日本人技術者の指導・監督の下、現地業者でも十分に据え付け可能であることが確認できた。
- (2) 設備の日常運転は、ソムの人員のみで十分対応できることが分かった。ただし、故障が発生した場合は、日本人のアドバイスが必要であった。この場合ウランバートルのローカル・コンサルタントの行動が、問題解決に決定的な役割を果たした。
- (3) 病院・学生寮への電力供給が、これら施設の機能を大きく向上させることができた。
- (4) 設備の維持・管理費用の確保については、さらなるモニタリングの中で確認する必要がある。
- (5) 技術移転セミナーを通して、ソム・センターの住民もディマンド・サイド・マネジメントの必要性を理解し、実施することができた。
- (6) 正確な気象データを収集することにより、モンゴル気象庁データを補正することができた。

以上の通り、パイロット・プラントの実証試験より貴重なデータを取得することができた。これら回収した気象データ、発電量データおよび電力消費量などは、データ集にまとめてある。ここで収集されたデータはマスタープランの中にフィードバックされており、パイロット・プラント実証試験の目的は十分達成できたと判断できる。